
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Kursus Semasa Cuti Panjang
Sidang Akademik 2004/2005

2005

EKC 334 – Analisis Reaktor Bermangkin & Operasi

Masa : 3 jam

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi TUJUH mukasurat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Kertas soalan ini mengandungi LIMA soalan. Jawab mana-mana EMPAT soalan.

Para pelajar boleh menjawab semua soalan dalam Bahasa Malaysia. Jika anda ingin menjawab dalam Bahasa Inggeris, anda hendaklah menjawab sekurang-kurangnya SATU soalan dalam Bahasa Malaysia.

Jawab mana-mana EMPAT soalan.
Answer any FOUR questions.

1. [a] Hukum kadar bagi penghidrogenan etilena untuk membentuk etana menggunakan mangkin kobalt-molibdenum diberi sebagai:

$$-r'_E = \frac{kP_E P_H}{1 + K_E P_E}$$

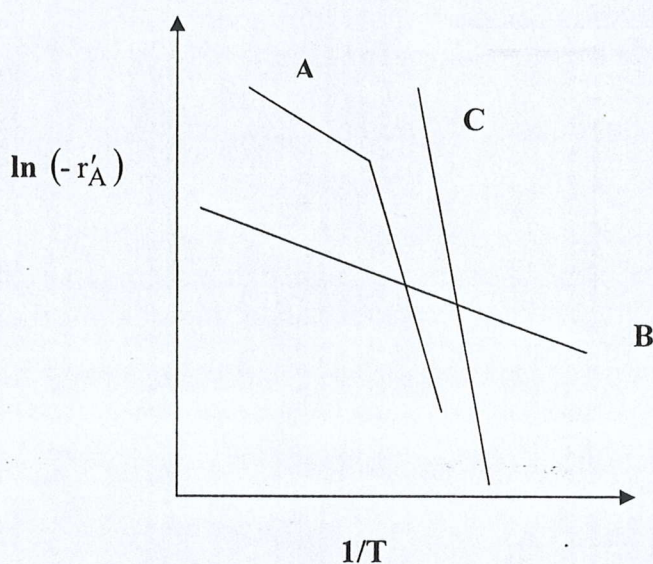
P_E = Tekanan separa etilena, atm.

P_H = Tekanan separa hidrogen, atm.

Cadangkan satu mekanisma dan langkah penghadan kadar yang konsisten dengan hukum kadar.

[10 markah]

- [b] Lengkung A, B, dan C dalam Rajah 1 [b] menunjukkan kepelbagaian di dalam kadar tindakbalas bagi tiga tindakbalas berbeza yang dimungkinkan oleh pelet-pelet mangkin pepejal. Komenkan secara ringkas mengenai setiap tindakbalas tersebut.



Rajah 1. [b]

[9 markah]

- [c] Nyatakan enam sifat yang diperlukan bagi sesuatu mangkin.

[6 markah]

1. [a] The rate law for the hydrogenation of ethylene to form ethane over a cobalt-molybdenum catalyst is given as:

$$-r'_E = \frac{kP_E P_H}{1 + K_E P_E}$$

P_E = Partial pressure of ethylene, atm.

P_H = Partial Pressure of Hydrogen, atm.

Suggest a mechanism and rate-limiting step consistent with the rate law.

[10 marks]

- [b] Curves A, B, and C in Figure 1 [b] show the variations in reaction rate for three different reactions catalyzed by solid catalyst pellets. Briefly comment about each reaction.

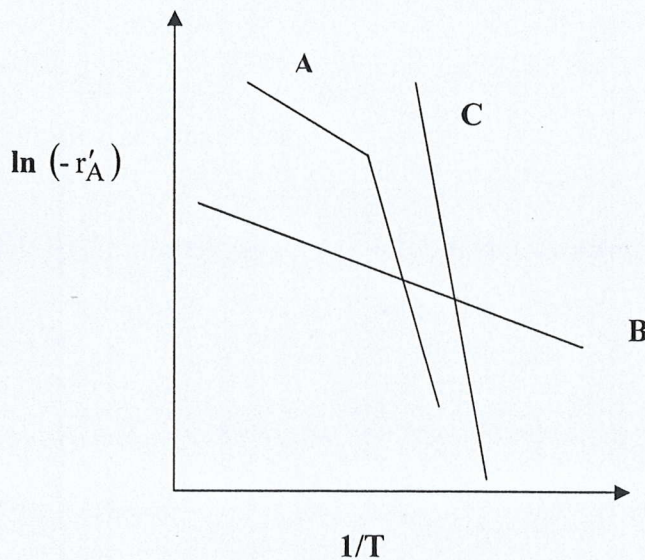


Figure 1. [b]

[9 marks]

- [c] State six desired properties of any catalyst.

[6 marks]

2. [a] Berikut adalah data kinetik daripada satu eksperimen bagi tindakbalas $A \rightarrow R$ yang diperolehi di dalam sebuah reaktor lapisan tepadat menggunakan jumlah mangkin yang berbeza dan kadar suapan ditetapkan pada $F_{A0} = 10 \text{ kmol/jam}$.

W, kg mangkin	1	2	3	4	5	6	7
X_A , penukaran	0.12	0.20	0.27	0.33	0.37	0.41	0.44

- [i] Kirakan kadar tindakbalas pada 40%, penukaran.
- [ii] Di dalam merekabentuk satu reaktor lapisan tepadat yang besar dengan kadar suapannya $F_{A0} = 400 \text{ kmol/jam}$, berapakah jumlah mangkin yang diperlukan bagi penukaran 40%?

Petunjuk: Kadar tindakbalas, $(-r'_A) = \frac{dX_A}{d\left[\frac{W}{F_{A0}}\right]}$

[20 markah]

- [b] Ketika melawat makmal Pusat Pengajian, anda berhenti untuk melihat sebuah reaktor yang digunakan untuk memperolehi data kinetik. Ianya terdiri daripada turus kaca ID 5-sm yang dipadatkan dengan mangkin aktif setinggi 30-sm. Adakah ini reaktor bezaan atau kamiran? Sokong jawapan anda dengan alasan-alasan.

[5 markah]

2. [a] The following kinetic data on the reaction $A \rightarrow R$ are obtained in an experimental packed bed reactor using various amounts of catalyst and fixed feed rate $F_{A0} = 10 \text{ kmol/h}$.

W, kg catalyst	1	2	3	4	5	6	7
X_A , conversion	0.12	0.20	0.27	0.33	0.37	0.41	0.44

- [i] Find the reaction rate at 40% conversion.
- [ii] In designing a large packed bed reactor with feed rate $F_{A0} = 400 \text{ kmol/h}$, how much catalyst would be needed for 40% conversion?

Hint: Rate of reaction, $(-r'_A) = \frac{dX_A}{d\left[\frac{W}{F_{A0}}\right]}$

[20 marks]

...5/-

[b] While being shown around School laboratories, you stop to view a reactor used to obtain kinetic data. It consists of a 5-cm ID glass column packed with a 30-cm height of active catalyst. Is this a differential or integral reactor? Support your answer with reasons.

[5 marks]

3. Andaikan beberapa eksperimen di jalankan untuk mencirikan prestasi mangkin bagi tindakbalas tertib pertama, $A \rightarrow \text{produk}$. Data berikut merujuk kepada eksperimen dengan beberapa saiz zarah mangkin berbentuk sfera mempunyai diameter d_p , dengan kepekatan awal, $C_{A0} = 0.025 \text{ mol/liter}$:

$d_p, \text{ mm}$	0.1	0.5	1	5	10	20	25
$(-r'_A)_{\text{obs.}}$ $\text{mol/l.s. } (10^4)$	5.8	5.9	5.3	2.4	1.3	0.74	0.59

Tentukan yang berikut:

- [i] kadar tindakbalas hakiki, $(-r'_A)_{\text{int.}}$ dan k_A ;
- [ii] faktor kecekapan η bagi zarah 20 dan 25-mm;
- [iii] Modulus Thiele (ϕ') bagi zarah 20 dan 25-mm.

Komen jawapan anda.

[25 markah]

3. Suppose experiments were conducted to characterize the performance of a catalyst for the first order reaction, $A \rightarrow \text{products}$. The following data refer to experiments with several sizes of spherical catalyst particles of diameter d_p , with initial concentration, $C_{A0} = 0.025 \text{ mol/l}$:

$d_p, \text{ mm}$	0.1	0.5	1	5	10	20	25
$(-r'_A)_{\text{obs.}}$ $\text{mol/l.s. } (10^4)$	5.8	5.9	5.3	2.4	1.3	0.74	0.59

Determine the following:

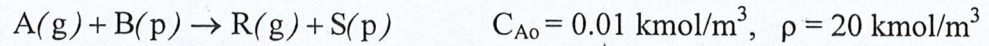
- [i] the intrinsic reaction rate, $(-r'_A)_{\text{int.}}$ and k_A ;
- [ii] the effectiveness factor η for the 20 and 25-mm particles;
- [iii] the Thiele modulus (ϕ') for the 20 and 25-mm particles.

Comments on your results

[25 marks]

...6/-

4. [a] Zarah sfera pepejal mengandungi B panaskan secara isoterma di dalam sebuah oven dengan gas yang mempunyai komposisi malar. Pepejal ditukarkan kepada suatu produk tak berkeping dan kukuh menurut Model Teras Menyusut (SCM) seperti berikut:



Dari data penukaran yang berikut, tentukan mekanisma yang mengawal kadar bagi transformasi pepejal.

$d_p, \text{ mm}$	X_B	$t, \text{ min}$
1	1	4
1.5	1	6

[18 markah]

- [b] Gambarkan secara ringkas kaedah BET bagi penentuan luas permukaan pepejal. Lakarkan proses tersebut.

[7 markah]

4. [a] *Spherical solid particles containing B are roasted isothermally in an oven with gas of constant composition. Solids are converted to a firm nonflaking product according to the Shrinking Core Model (SCM) as follows:*



From the following conversion data, determine the rate controlling mechanism for the transformation of solid.

$d_p, \text{ mm}$	X_B	$t, \text{ min}$
1	1	4
1.5	1	6

[18 marks]

- [b] *Briefly describe the BET method for determination of solid surface area. Sketch the process.*

[7 marks]

5. [a] Satu suapan pepejal mengandungi

20% berat zarah 1-mm dan lebih kecil
30% berat zarah 2-mm
50% berat zarah 4-mm

melalui reaktor tiub berputar iaitu seperti sebuah tanur simen di mana ia bertindakbalas dengan gas untuk memberikan produk pepejal keras (SCM/kawalan tindakbalas, $\tau = 4$ jam bagi zarah 4-mm). Kirakan masa mastautin yang diperlukan bagi penukaran 100% pepejal tersebut.

[10 markah]

- [b] Terangkan secara ringkas tindakbalas gas pepejal yang berlaku menurut model Teras Menyusut.

[9 markah]

- [c] Zarah bersaiz seragam ditukarkan secara purata sebanyak 60% (Model Teras Menyusut dengan pengawalan tindakbalas) apabila mengalir melalui lapisan terbendalir tunggal. Jika reaktor dibina dua kali ganda lebih besar tetapi mengandungi jumlah pepejal yang sama dengan keadaan gas yang sama, apakah penukaran pepejal tersebut?

[6 markah]

5. [a] *A solid feed consisting of*

20 wt% of 1-mm particles and smaller

30 wt% of 2-mm particles

50 wt% of 4-mm particles

passes through a rotating tubular reactor somewhat like a cement Kiln where it reacts with gas to give a hard solid product (SCM/reaction control, $\tau = 4$ h for 4-mm particles). Find the residence time needed for 100% conversion of solids.

[10 marks]

- [b] *Briefly describe a gas solid reaction proceed according to Shrinking Core model.*

[9 marks]

- [c] *Particles of uniform size are 60% converted on the average (shrinking core model with reaction controlling) when flowing through a single fluidized bed. If the reactor is made twice as large but contains the same amount of solids and with the same gas environment what would be the conversion of solids?*

[6 marks]